中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：414～424（1992）

微處理機在農業上之應用
(一)柑桔貯藏庫之改良研究[1]

賴　建　洲[2]

摘要：本研究利用溫濕度感應器及以個人電腦為主之環控系統，依條件設定將夜間溫度較低之大氣抽入以寶利龍四週及頂部絕緣之貯藏室，而於外部氣溫較高時，將貯藏室與外部隔絕，如此可維持絕緣室內上下溫度均勻，日夜溫差在4°C以內，而大自然界之日夜溫差在12°C左右，絕緣室內溼度日夜差在20%內，而大自然界之日夜濕度差在50%左右，故此種改良式貯藏室能夠維持較低平均溫度及較高濕度，可大幅改善柑桔貯藏環境。

關鍵詞：貯藏庫，環控系統

柑桔為臺灣栽培面積最大而產量最多的果樹。最重要的品種有柳橙、椪柑及桶柑三種。主要產區北起宜蘭，南迄嘉義。採收期自每年十月至翌年元月，因品種及產地略有不同。柑桔採收後大量貯藏，以延長供銷期間，每年五六月仍有供應。從消費者的立場看臺灣柑桔的最大缺點是良莠不齊。品質不佳的原因有品系不良、栽培管理不當、採收成熟度不適、處理不當或貯藏不良等因素所致。從柑桔產業的立場看，臺灣柑桔貯藏之最大問題在腐損率太高，每年損失之數量及價值難以計數。

臺灣過去之研究多注重貯藏期間中品質之變化，如防腐劑之使用、及改變貯藏氣體之效果。至於柑桔貯藏庫方面，數十年來臺灣無人研究。少數果農仿造日本舊式貯藏庫，多數則在毫無技術可言下，普遍使用性能甚差之貯藏庫貯果，急待研究改良。

由於貯藏溫度過與不及皆會造成貯果之傷害，但在許可之貯藏溫度範圍內，應愈低愈好，依林學正（1977，1983）等所著『柑桔採收與貯藏手册』中所提到柑桔之適當貯藏溫度為，橙類3—5°C，桶柑4—6°C，椪柑6—8°C，而相對濕度皆為80—85%。

一、目　　的

本研究之目的在求貯藏環境之穩定，使每日之溫濕度起伏不致太大並且盡量低溫高濕（8°C，80% RH）使柑桔貯藏之腐爛率降低，貯藏品質能維持，以延長貯藏期限，達到產銷調節之目的。

二、試驗材料與方法

(1)貯藏室：

將原有約長（15m）、寬（8m）、高（4m）之傳統貯藏室，間隔出一長（8m）、寬（5.2m）、高（3.5m）之改良貯藏室，且四面及頂面覆上7.5ｃm厚之寶麗龍，作為氣體絕緣用。而地面則敷以水泥。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1648 號。
2. 本所農工系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

(2)通風機構：

在改良貯藏室之頂面預留5個直徑爲10公分之通風口並以蛇形塑膠管連接至外側之1/4馬力風扇，且在前後側面留三個通風口，作爲冷空氣流入用，再用蛇形塑膠管連接並加以彎曲以防風扇未開時空氣流入室內。

(3)微處理機監控及記錄機構：

(A)個人電腦：

以 INEL 公司之80286—16微處理器爲中央處理單元，外接二台1.2M之軟碟機及單色螢幕，鍵盤等硬體週邊。

(B)溫濕度感應器：以 T 型式之熱耦線作爲感溫材料，而以電子式相對濕度計作爲感濕材料。

(C)類比數位轉換器：

以 DIANACHART 公司出品之 PC-ACQUISTOR 將感應器發出之電壓轉換爲數位訊號，以便電腦截取用。同時該轉換器具有開關鎖（LATCH）能被電腦以高低電壓脈衝之方式啓動或關閉而發出3伏特及0伏特之電壓，藉此電壓可起動或關閉不同電流容量之 SSR ，而達到控制110V或220V之風扇之開關動作。

(D)穩壓不斷電系統：

由於山區電壓較不穩定，容易造成訊號之不穩及電腦之當機，故以1KV之穩壓不斷電系統作爲前三項設備之動力來源。

(E)風扇開關控制器：

以容量220V，20A之 SSR 五個，組合成風扇之控制開關，其動作依據，乃由電腦依現場獲得之環境因子，加以邏輯判斷後，給予類比數位轉換器一脈衝訊號，使其產生一5V或（0V）之電壓起動 SSR ，讓風扇動作或關閉。

(G)系統軟體：

本系統軟體是由 QUICK BASIC 4.0及 MACRO ASSEMBLER 語言配合震漢中文系統使用，可即時以中文顯示感應器之溫度及濕度，並可依使用者之設定而定時儲存資料及控制風扇之開關。資料之貯存以文字檔之型式儲存，可應用 PE2及 LOTUS 等套裝軟體直接將資料分析、顯示、繪圖及列印。

(4)試驗方法

(A)將熱耦線於絕熱室內距頂上及地表各1公尺處之平面上對稱安置各5點，同時在傳統貯藏室之頂部及地表1公尺處也安置熱耦線，以便瞭解溫度在絕緣室內及傳統貯藏室內之溫度分佈情形，做爲日後設計貯藏庫之依據。

(B)在絕熱室內及屋簷下各安置一支溫濕度感應哭，作爲電腦判斷內外溫度之依據，以便依設定控制風扇之開關。

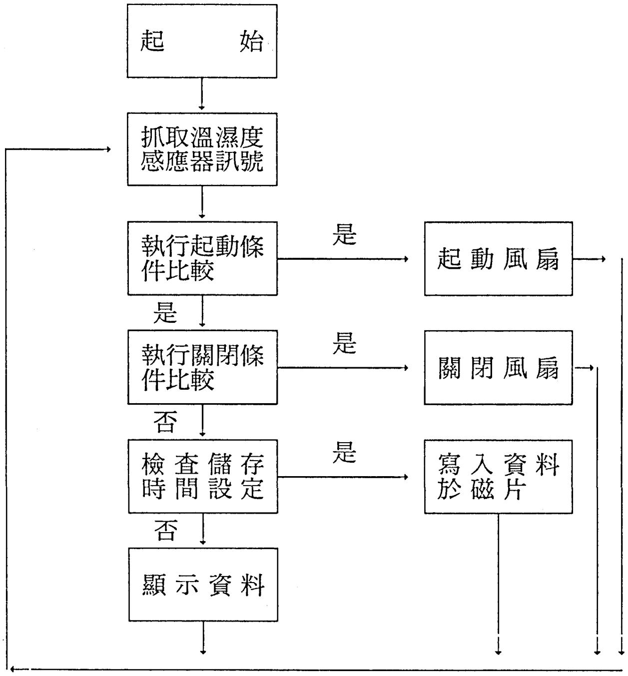
(C)本微處理機通風監控系統之流程圖如圖(一)，爲顧及過於低溫可能造成之寒害及熱耦線本身之誤差，將控制條件設定爲：

a. 起動：大氣溫度小於室內溫度3°C以上時，且其溫度不低於10°C時起動風扇。

b. 關閉：大氣溫度小於室內溫度1°C以內時。

三、試驗結果與討論：

本試驗溫濕度資料之記錄，以每30分鐘爲單位，作全天候之監視、記錄與控制，再利用LOTUS 2.01版套裝軟體將資料由磁片中讀取、整理後，因資料繁多，僅將二月及四月之部份資料以圖型表示，並加以分析如下：



圖(一) 微處理機通風、監控、記錄系統流程

(1)絕緣室內上下單一層面上之溫度分佈：

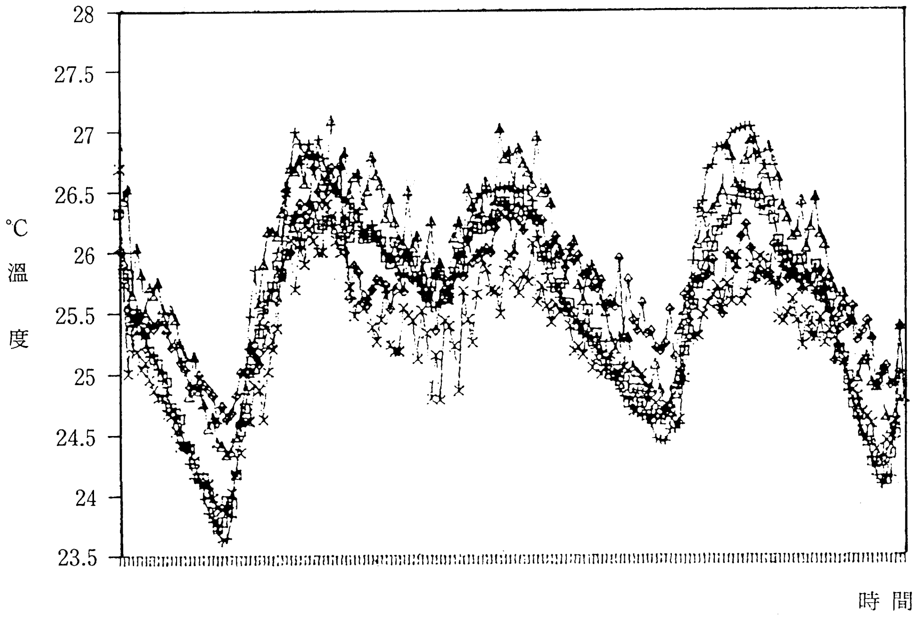
以 T 型熱藕線在絕緣室內上下層感應各5點之溫度，若考慮感應器本身準確度、穩定度之誤差，可將1°C內之變化忽略不計如圖(二)、圖(三)，可知通風絕緣貯藏室內單層面上之溫度是很均勻的。

(2)絕熱室內及傳統貯藏室之上下層溫度分佈：

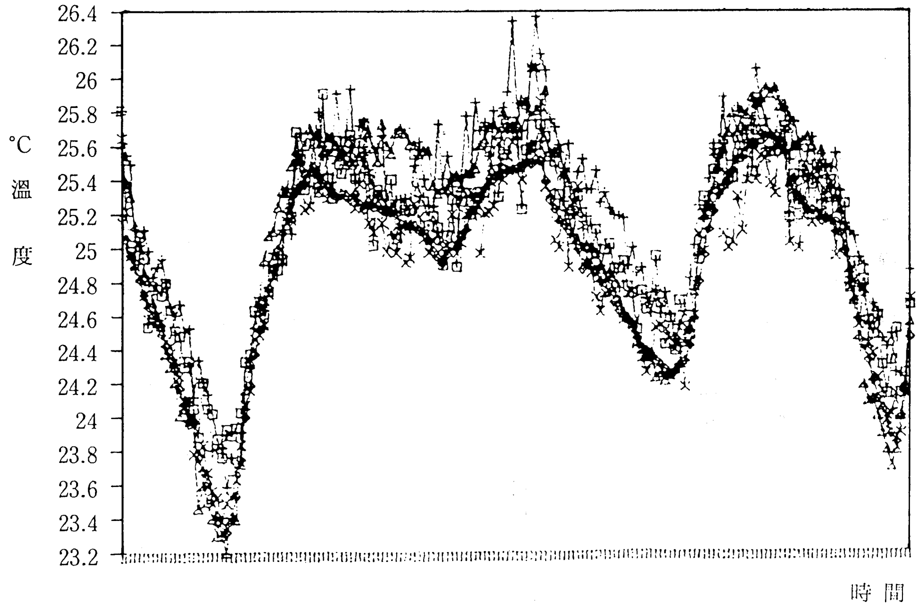
以上下各五點測得溫度之平均值作爲上下溫度之代表值，得知其溫度分佈相當一致（在1°C內），如圖(四)，故在絕緣室內作立體堆積，其上層及下層之溫度應可視爲一致，但是傳統貯藏室之溫度隨大氣溫度之變化而改變，其室內頂部之溫度由於溫室效應之故造成熱累積，致使上下溫差太大（4°C），如圖(五)故不利作立體堆積貯藏，若眞要作立體堆積貯藏，建議其高度應在1.5公尺以下（即離頂部約2公尺處）

(3)絕緣室內及大自然界之溫濕度變化：

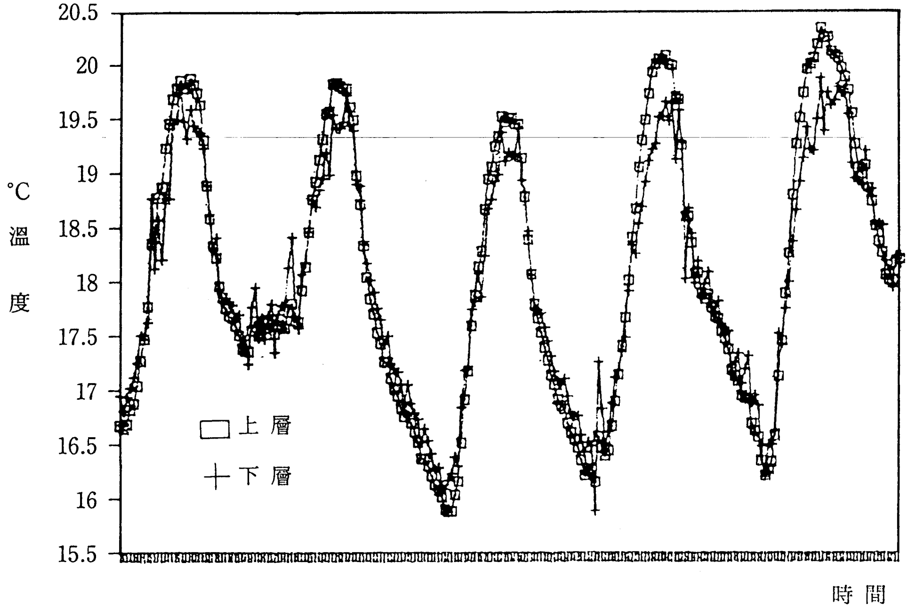
由圖(六)可知在大自然界之日夜溫度差異達12°C左右，而絕緣室內之日夜溫度差異爲4°C左右。且每日維持在略低於大氣最高溫與最低溫間之平均值。而由圖(七)更可知在大自然界日夜之濕度差異高達50%，而絕緣室內日夜濕度差異卻只有20%，且維持在略高於最高與最低濕度間平均值，由前人之試驗可知，[5,6,7]各類果實之貯藏溫度起伏變化愈小愈好，如此可避免品質（糖度、酸度綠蒂）等之惡化，亦可減低腐爛率，而貯藏濕度則要求高濕，以減低果實之脫水，現階段柑桔之貯藏，大都有套袋，其袋內濕度幾乎達100%，應無脫水之慮，但卻常因袋內露水之累積，而造成霉菌之繁殖，較易腐爛，幸好套袋本身可有效防止腐爛之傳染，因此除了改良貯藏環境外，採收時亦應小心避免刺傷果實，貯藏前亦應注重貯藏室之殺菌。



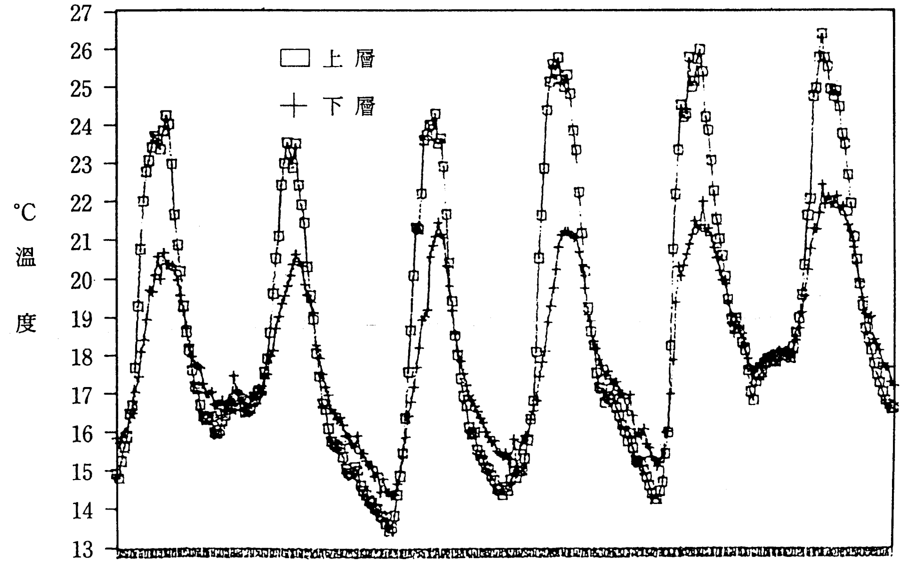
圖(二)　絕緣室內上五點之溫度變化曲線
（每一格代表1／2小時）
（日期：04／12／92）



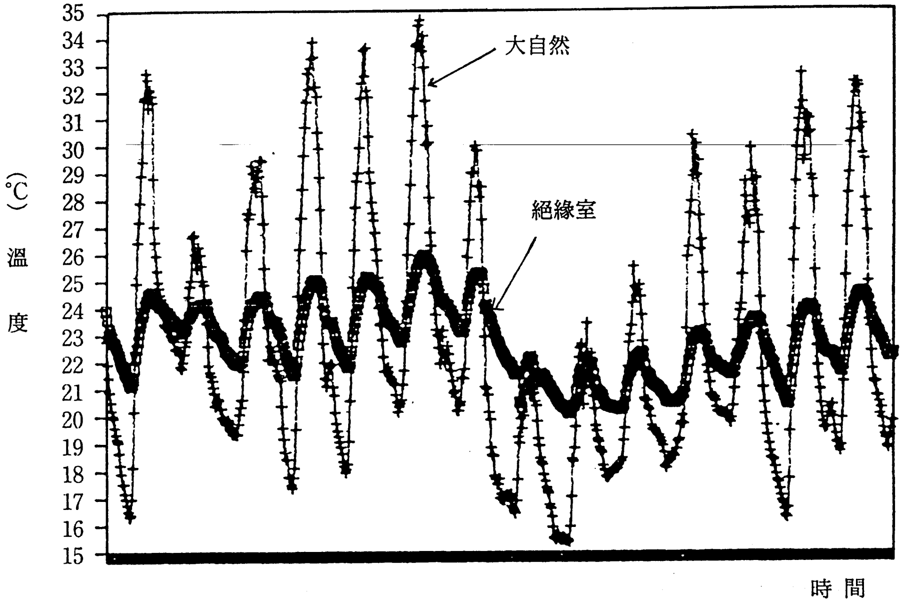
圖(三)　絕緣室內下五點之溫度變化曲線
（每一格代表1／2小時）
（日期：04／12／92）



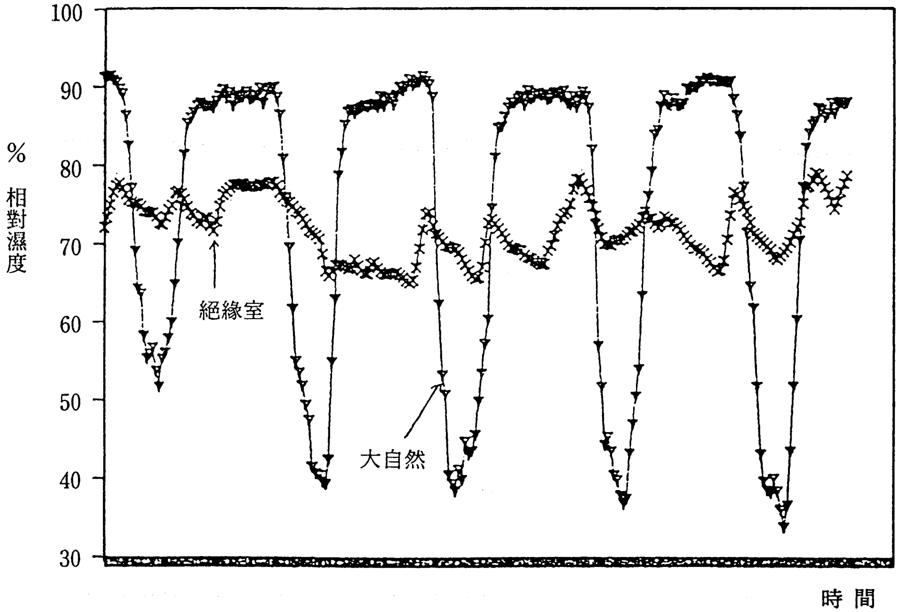
圖(四) 絕緣室內上下之溫度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)



圖(五) 絕緣室內上下之溫度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)



圖(六) 絕緣室內與大自然界之溫度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)



圖(七) 絕緣室內與大自然界之濕度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)

(4)絕緣室及傳統室柑桔貯藏品質之比較：

以下資料爲本所園藝系，配合本改良式貯藏庫所作之柑桔貯藏品質測定，同時將同批採收之柑桔貯藏於傳統式貯藏室，並測定其品質之變化，其貯藏品質之比較列示如下：

果腐率

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	0.0	1.5	1.1	3.3	4.4
傳統室	0.0	0.0	1.9	6.4	8.9

糖度

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	13.0	12.9	12.9	13.0	12.5
傳統室	13.1	12.8	12.8	12.5	11.9

酸度

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	0.73	0.70	0.59	0.54	0.47
傳統室	0.74	0.68	0.60	0.59	0.47

綠蒂率

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	100.0	64.3	64.5	52.8	43.9
傳統室	98.8	66.7	62.0	52.9	40.9

由上可知，絕緣室之果腐率在貯藏4個月後約爲傳統貯藏室之一半，而糖度與綠蒂率則略佳，酸度則相同。

(五)改良式柑桔貯藏庫之設計原理及例題：

由上述分析可知，具通風控制之絕緣貯藏室可達到溫濕度較易維持穩定且可低溫高濕，可作爲未來柑農建造或改良柑桔貯藏庫之範本，因此以貯存量約5萬公斤之容量來設計一實用之柑桔貯藏庫。

(A)貯藏庫容量與堆積方式之設計：

由前人之試驗中知，在箱籠式之通風貯藏裡，作物堆積厚度以不超過1公尺爲佳，而未通風者，以不超過0.5公尺爲佳。正好現今農民大量使用之塑膠籠，其長、寬、高爲47、37、33（cm），皆在此限度內，只要加以排列組合，即可符合通風貯藏之堆積厚度。因此本試驗之排列方式以立體堆積，且以2個籠子並排爲1列，而中間配以通風管之方式排列，只要知道地基尺寸，即可

計算出排幾列、每列幾排、每排堆積幾籠，進而算出貯藏室之高度、風扇規格及數目及排氣口之數目。

參數定義：將組合貯藏庫所需之參數，依實際狀況詳列如下，並將現場已知參數以例題之方式列出，再加以演算，其過程如下：

膠籠之長、寬、高：P L 、 PW 、 P H
例如………………………… 47、37、22（cm）
入風管口徑：P I
例如………………………… 6cm
塑膠籠容重量：P C
例如………………………… 30公斤
總貯藏量：T C
例如………………………… 50000公斤
行走工作間距：W S
例如………………………… 100cm
頂部預留間距：T S
例如………………………… 100cm
貯藏室長、寬、高：L 、W 、H （cm）
例如………………………… 1600、800、H
列數：C
排數：R
堆積數：I

計算式：依上列14個參數中，可找出4個相關方程式，若欲使其成爲有解，必需再找出10個參數方可，若無法找齊參數值，可盡量找出參數值或邊界條件，再以嘗試錯誤法（Trial & Error Method）及線性迴歸（Linear regression）等分析方法來解出未知參數。

總貯藏量≦列數＊排數＊堆積數＊塑膠籠容重量＊2 ……………………………………………(1)
50000≦C＊R＊I＊30＊2
貯藏室長度≧列數＊（2＊塑膠籠長度＋入風管口徑＋100）＋100 ………………………………(2)
1600≧C＊（2＊47＋6＋100）＋100
貯藏室寬度≧排數＊塑膠籠寬度＋100 ……………………………………………………………(3)
800≧R＊37＋100
貯藏室高度≧堆積數＊塑膠籠高度＋100 …………………………………………………………(4)
H≧I＊22＋100

由上演算出　C≦7.5
C≦7.5
R≦18.9
I≧5000／（6＊C＊R）
若以　C＝7，R＝15
則　I≧7.9
I＝8
則　H≧8＊22＋100
≧296

H＝300

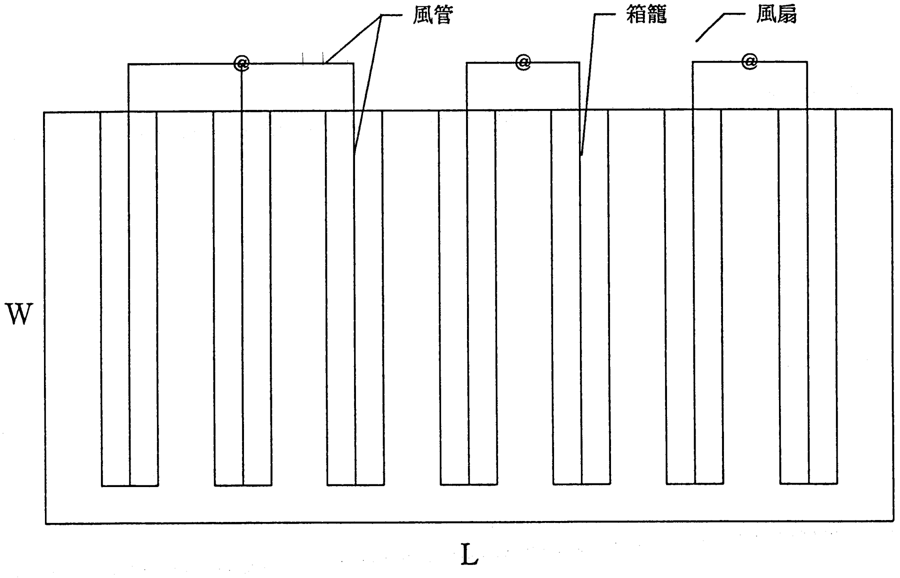
將C＝7　代回（2）式可得　L＝1500（cm）

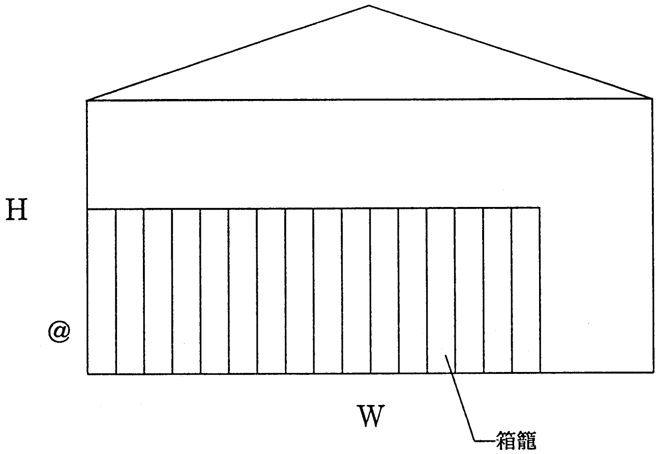
將R＝15　代回（3）式可得　W＝655（cm）

因此可知在上述參數條件下，貯藏室之長、寬、高爲1500、655、300（cm），故體積爲295立方米。

(B)通風系統之設計：

由於貯藏室內熱能之來源，除氣體之對流、四周之傳導外，尙有柑桔及其它生物所產生之熱能，必需利用夜間之冷空氣將室內之熱氣代換，其代換速率是愈快愈好，但由於山上電力供應之限制（只有30A，110V或200V），因此只能供應之限制使用1馬力三相馬達之風扇3台，約可提供每分鐘300立方米之通風量，將冷空氣透過組合式風管送至柑桔貯藏處，其排列方式如下圖：





四、結論與建議：

(1)利用微處理機、溫濕度感應器、訊號轉換器及機電控制裝置，將柑桔貯藏需求與系統軟體結合，可以自動監視、記錄及控制貯藏室內之溫濕度。此系統亦適用於各類自動監控之試驗與應用。

(2)利用絕緣材料將傳統貯藏室隔絕，以及風扇之控制，可使溫濕度之起伏變化大幅減小。

(3)未來農民使用時，爲簡化操作程序可利用下列二種方式達到通風控制之目地：

(A)定時開關控制：於每日18時，24時及零晨4時各以風扇通風10分鐘即可。

(B)內外溫差控制：利用工業界已在使用之溫差控制低於內部溫度3°C時起動風扇。

這種作法可使成本降低，簡化操作，但無法記錄貯藏過程溫濕度之變化。

(4)爲減少貯藏後果實之腐爛，應注意採收時不可刺傷果皮，藥劑處理及套袋時亦應小心，盡量減少碰傷。

(5)於貯藏前，應將貯藏室作徹底消毒，以減低因霉菌感染而加速腐爛之形成，消毒時應將四周緊閉，若要節省成本，只需將肥皀粉泡水噴入室內及可。

參考文獻：

1. 林學正、黃肇家、鐘玉燕　1983　柑桔伸縮膜包裝貯藏之研究（一）。中國園藝　29（2）：120—131

2. 陳志宏、蔡疇、林學正　1977　柑桔採收與貯藏手册（第二版）

3. 臺聚簡訊：1981，PE　與　EVA 在包裝上的正確使用方法。166：2—3.

4. 賴建洲、馮丁樹　1988　玉米穗常溫自然及通風乾燥方式之研究，中國農業工程學報。35（1）：16—27.

5. Eaks, I. L. 1961. Effect of temperature and handling period on some physical and chemical charactistics of lemon fruits. Food sci. 26：539.

6. Eckert, S. W. and M. J. Koldezen. 1970 Fumigation of fruits with2-aminobutane to control certain postharvest disease. Phytopathology 60（3）：544—550.

7. Soule, J. W., W. Grierson and J. G. Blair. 1967. Quality test for citrus fruit. Circular 315, Agri. Ext. Ser., Ifas Univ. of Florida.

The application of Micro processor in Agriculture(一) ——Studies on the Improvement of citrus storage[1]

C.C. Lai[2]

Summary

Micro Processor and Temperature/humidity sensors are used to control fan' s on/off. The fan depend on setted condition push cooler air into insulated storage house of citrus. It can keep insulated storage house' s temperature and humidity to be more stable and less difference of day and night temperature (4°C) /humidity (20%) . Such storage enviroment can improve storage quality and extend storage duration of citrus.

Key Words : Storage Room, Environmental Control System.

1. Contribution No. 1648 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant researcher, Department of agriculture engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.